

① 日本国特許庁 (JP)

② 特許出願公開

③ 公開特許公報 (A)

昭57-26076

④ Int. Cl.<sup>3</sup>

B 63 B 5/14

# E 04 C 2/28

識別記号

庁内整理番号

7721-3D

6838-2E

⑤ 公開 昭和57年(1982)2月12日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑥ コンクリート複合パネル及びその製造法

⑦ 発明者 松石正克

大阪市西区江戸堀1丁目6番14  
号日立造船株式会社内

⑧ 特 願 昭55-99157

⑨ 出 願 昭55(1980)7月18日

⑩ 発明者 岩田節雄

大阪市西区江戸堀1丁目6番14  
号日立造船株式会社内

⑪ 出 願 人 日立造船株式会社

大阪市西区江戸堀1丁目6番14  
号

⑫ 代理人 弁理士 森本義弘

明 細 書

1. 発明の名称

コンクリート複合パネル及びその製造法

2. 特許請求の範囲

1. 相対向する一対の鋼板間に円柱状のステールファイバーコンクリート層とその周部の普通コンクリート層とを有することを特徴とするコンクリート複合パネル。

2. 相対向する一対の鋼板間に、円筒状の仕切筒を配置し、この仕切筒内へステールファイバコンクリートを打設すること及び仕切筒と鋼

相対向する一対の鋼板(1)間に複数のガーダウェブ(2)を有し、かつずれ止め材(3)でずれ止めされたコンクリート層(4)を前記一対の鋼板(1)間にサンドイッチ状に有する。公知の複合パネルでは、コンクリート層(4)が普通コンクリート、すなわち強度が十分に高く、適当な粗粒率を有する砂利混じりのコンクリートで構成されている。このような複合パネルの構造上の特徴として、

- ① 自重が比較的大きいので、大形海洋構造物の構造材料として使用すると、浮力を相殺するためバラスト効果を発揮させることができる。
- ② 変形能力が大きく、崩壊するまでに吸収し

ので、その内  
生しても防水

体とする工事  
なる。などが

度特性を調査

PN  
PD  
AP  
IN  
PA  
TI  
AB

- JP57026076 A 19820212
- 1982-02-12
- JP19800099157 19800718
- IWATA SETSUO; others: 01
- HITACHI ZOSEN CORP
- COMBINED CONCRETE PANEL AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR
- PURPOSE: To provide a combined concrete panel excellent in load carrying capacity and deformability, by placing columnar steel-fiber concrete layers and ordinary concrete layers around them between a pair of face-to-face steel sheets.
- CONSTITUTION: Columnar steel-fiber concrete layers 23B and ordinary concrete layers 23A are placed between a pair of face-to-face steel sheets 20A, 20B provided with anchor members 20a, 20b and with girder webs 21 at a required spacing, so that the ordinary concrete layers 23A are located around the steel-fiber concrete layers 23B. This results in providing a combined concrete panel. To manufacture the panel, partition cylinders 25 are inserted in between the steel sheets 20A, 20B, the steel-fiber concrete x is placed in the partition cylinders 25 and the ordinary concrete is placed around the cylinders. Before the concrete has completely solidified, the partition cylinders 25 are pulled out and vibration is applied to the concrete by a vibrator to adapt both the concrete layers 23A, 23B to each other to provide the combined concrete panel which is protected from oblique tension cracking and sharp rupture and has high deformability.
- E04C2/28

SI

BEST AVAILABLE COPY

① 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

② 公開特許公報 (A)

昭57-26076

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
B 63 B 5/14  
E 04 C 2/28

識別記号

庁内整理番号  
7721-3D  
6838-2E

④ 公開 昭和57年(1982)2月12日

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

④ コンクリート複合パネル及びその製造法

② 特 願 昭55-99157  
② 出 願 昭55(1980)7月18日  
② 発 明 者 岩田節雄  
大阪市西区江戸堀1丁目6番14  
号日立造船株式会社内

② 発 明 者 松石正克  
大阪市西区江戸堀1丁目6番14  
号日立造船株式会社内  
① 出 願 人 日立造船株式会社  
大阪市西区江戸堀1丁目6番14  
号  
③ 代 理 人 弁理士 森本義弘

明 細 書

1. 発明の名称

コンクリート複合パネル及びその製造法

2. 特許請求の範囲

1. 相対向する一対の鋼板間に円柱状のステールファイバーコンクリート層とその両端の普通コンクリート層とを有することを特徴とするコンクリート複合パネル。

2. 相対向する一対の鋼板間に、円筒状の仕切筒を配置し、この仕切筒内へステールファイバーコンクリートを打設すること及び仕切筒と鋼板との間に普通コンクリートを打設することを行なった後、前記仕切筒を引抜くことを特徴とするコンクリート複合パネルの製造法。

3. 発明の詳細な説明

本発明はコンクリート複合パネル及びその製造法に關するものであり、その目的は耐荷力及び変形能力の大きいコンクリート複合パネル及びその効果的な製造法を提案することにある。

コンクリート複合パネルは、第1図のように、

相対向する一対の鋼板(1)間に複数のガーダウェブ(2)を有し、かつずれ止め材(3)でずれ止めされたコンクリート層(4)を前記一対の鋼板(1)間にサンドイッチ状に有する。公知の複合パネルでは、コンクリート層(4)が普通コンクリート、すなわち強度が十分に高く、適当な粗粒率を有する砂利混じりのコンクリートで構成されている。このような複合パネルの構造上の特徴として、

① 自重が比較的大きいので、大形海洋構造物の構造材料として使用すると、浮力を相殺するためのバラスト効果を発揮させることができる。

② 変形能力が大きく、崩壊するまでに吸収し得るエネルギー量が多い。

③ 外面に鋼板が配置されているので、その内部のコンクリート層にクラックが生じても防水性能が損われない。

④ ブロック継手工事が溶接を主体とする工事になるために信頼性の高いものとなる。などが揚げられる。

発明者等は、この複合パネルの強度特性を調査

するために単位幅の梁模型を製作し、載荷試験を行なった。

第2図に梁模型(5)が曲げとせん断の組合せ荷重を受ける場合が示される。矢印(7)は荷重方向を示す。この場合のクラック発生状況が第4図に示される。第4図から明らかなように、コンクリート層(8)のずれ止め位置からクラック(9)が発生し、斜め45°に向って進展することによりアーチが形成され、高荷重が負担された。荷重がさらに増加すると、崩壊が、圧縮側鋼板(9A)の座屈、コンクリート層(8)の一部或時の圧壊、引張側鋼板(9B)の破断によつて生じた。以上より、サンドイッチ型複合構造では、最終的にアーチ効果によつて高荷重を負担し、引張側鋼板の大変形によつて変形能力を増大させ得ることが判る。

第8図に梁模型(10)が主にせん断荷重を受ける場合が示される。矢印(11)は荷重方向を示す。この場合のクラック発生状況が第5図に示される。荷重が作用すると、ずれ止め位置近傍からクラック(12)が発生し、せん断の影響で斜め45°に進展する。

のように考えることができる。

① 第6図に示されるように、コンクリート(13)に骨材(砂利)14が適当にある場合、すなわち粗粒率が良好な場合、前記クラック(12)に相当するクラックが発生してもそのクラック面内では骨材14同士のかみあわせ効果が存在し、クラック面内でもある程度せん断力を伝達する。

② 第7図に示されるように、斜張力により前記クラック(12)に相当するクラックの前端的なマイクロクラック(15)が発生しても、それは骨材14がクラックアレスターとなるためにその進展、発達が妨げられる。

③ 骨材14を含んだコンクリートでも強度が低いと当然引張強度及び骨材14とセメントとの付着力も低下するので、前記①②の効果は当然低下する。

せん断荷重を受ける梁模型の最終的な破壊は前記クラック(12)すなわち斜張力クラックによるものである。そこでコンクリートにスチールファイバを混入すると、コンクリートの引張強度が改善さ

これにより梁模型(10)にはアーチが形成され、高荷重域まで荷重を負担する。荷重がさらに増加すると、せん断による斜め張力により、コンクリート層(13)に突然クラック(16)が発生し、コンクリート層(13)が圧壊し、梁模型(10)は崩壊した。しかし崩壊までの変形能力は十分大きく、吸収エネルギー量が多い。

第2図～第6図で説明した梁模型(5)のコンクリート層(8)は前記した普通コンクリートを用いたものである。ここで普通コンクリートに代えてモルタル(砂利のないコンクリート)あるいは強度の低いコンクリートを用いると、その梁模型の破壊状況は次のようになった。荷重が載荷されると、クラック(12)に相当するクラックが発生するが、低い荷重でクラック(12)に相当するクラックが発生し、梁模型は急激に破壊する。すなわち梁模型はアーチを形成することなくせん断による斜張力で破壊した。そして変形能力はほとんどなく、コンクリート層は圧壊しなかつた。

前者と後者のクラック発生状況が異なるのは次

れるので、この斜張力クラックに抵抗し、せん断強度を高めることができるものと推定される。事実、そのようなスチールファイバーによりコンクリートの引張強度は40～50%改善される。

第8図はスチールファイバーを混入したものとしないものの荷重-たわみの関係を示したものである。図中実線(17)が普通コンクリート、破線(18)がスチールファイバーコンクリートの特性を示し、また $(P_1)$   $(P_2)$ がそれぞれの崩壊点を示す。本図より、スチールファイバーを体積で1.5%混入すると最終強度は22%上昇し、その剛性は約2倍になることが判る。したがってスチールファイバーコンクリートは非常に優れた構造材料であるといえるが、変形能力については普通コンクリートに比べその約20%に低下する。実験の結果、スチールファイバーコンクリートを用いた梁模型の場合、前記クラック(12)に相当するクラックは発生したが、そのクラック幅は小さかつた。そしてクラック(12)に相当するクラックが急激に起こり、梁模型は崩壊した。また引張側の鋼板の伸びは少なく、した

つてたわみはほとんど生じなかつた。この原因は次のように考えられる。

① スチールファイバーによりコンクリートの引張強度が非常に高められるが、一方、鋼材とコンクリートとの比が上昇するために前記したクラック(X)に相当するクラックが拘束される。したがつてクラック(X)位置での骨材のかみあわせ効果によるエネルギー吸収がなくなる。

② 前記クラック(X)に相当するクラックが拘束されるため、引張側鋼板の伸び変形が拘束される。

③ 前記クラック(X)に相当するクラックが十分発達しないため、アーチが形成されず、内部のコンクリートに大きなせん断変形すなわち斜張力が生じる。

以上より、耐荷力に優れ、かつ変形能力の大きい構造とするためには、次の点に留意すればよいことがわかる。

① 高荷重に耐えるにはアーチを形成し、そのアーチの引張強さを高める(斜張力クラックに

対しては普通コンクリート層(23A)とスチールファイバーコンクリート層(23B)とからなる。スチールファイバーコンクリート層(23B)は一对の鋼板(20A)(20B)及び一对のガーダーウェブ間とで囲まれる部分の中央部で円柱状のものとして構成され、また普通コンクリート層(23A)はその周囲で層を構成する。かかるコンクリート複合パネルでは、ずれ止め材(20a)(20b)によつてコンクリート層間がずれ止められており、そして正負の荷重が作用する場合の斜張力クラックの発生が予想されるかなめ部に、普通コンクリートの2倍増の引張強度を有するスチールファイバーコンクリートが配置されているので、斜張力クラックが発生しにくく、高荷重を負担することができる。なお前述のようにそのスチールファイバーコンクリートは10%以上の体積で15%のスチールファイバーコンクリートは普通コンクリートと比較して1.2倍増しか圧縮強度を有しないので、圧縮域までその層(23B)を延長する必要はない。たとえば、正負の荷重が作用することにより、コン

抵抗するため。)

② 変形能力を高めるには前記クラック(X)に相当するクラックを発生させ得ることが必要である。

③ 前記クラック(X)に相当するクラックのクラック面の骨材かみあわせ効果はエネルギー吸収に役立つので、このかみあわせ機構を考慮しなければならない。

本発明は以上①～③に留意してなされたものであり、以下その実施例を第9図～第11図に基づき説明する。

第9図にコンクリート複合パネルが示される。(20A)(20B)はそれぞれずれ止め材(20a)(20b)を有する鋼板であり、この一对の鋼板(20A)(20B)間に複数のガーダーウェブ間が所要ピッチおきに介在され、そして一对の鋼板(20A)(20B)と一对の相隣接するガーダーウェブ間とによつて囲まれる部分ごとにコンクリート層間が構成される。したがつて一对の鋼板(20A)(20B)はコンクリート層間を挟んでその表裏両面で相対向したものとなる。コンクリート

層間には第11図に示される2種のクラック(C<sub>1</sub>)(C<sub>2</sub>)が発生する。しかしこの2種のクラック(C<sub>1</sub>)(C<sub>2</sub>)は、各荷重が作用する場合に影響を及ぼすことはない。すなわちクラック(C<sub>1</sub>)の生じているときは、クラック(C<sub>2</sub>)は閉じてアーチの圧縮域を形成するからである。斜張力クラックはスチールファイバーコンクリート層(23B)に妨げられて発生しないか、あるいは拘束される。したがつてこのようなコンクリート複合パネルは急激な破壊を起さず、大きな変形能力を有する。

次に製造法を説明する。第10図に示されるように、相対向する一对の鋼板(20A)(20B)間に複数のガーダーウェブ間を所要ピッチおきに介在(溶接等で鋼板(20A)(20B)に固定する。)させる。一对の鋼板(20A)(20B)及び相隣接する一对のガーダーウェブ間とで囲まれる空間内が縦長となるようにこの組体を配置し、その空間内へ円筒状の仕切筒(たとえば鋼管)をその中央部に位置するように挿入する。この状態から、仕切筒内へスチールファイバーコンクリートを打設し、また仕切筒内

の周囲に普通コンクリートを打設する。この打設傾度は任意に決定することができ、これらのコンクリートが硬化する前に仕切面を引抜き、その後鋼板(20A)(20B)の外面よりパイプレータ等をかけて界面をなじませる。

以上の説明から明らかなように、本発明は耐荷力及び変形能力に優れたコンクリート複合パネルを容易に提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

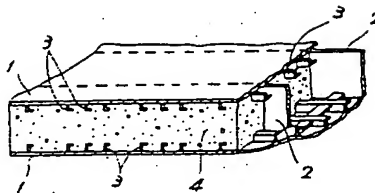
第1図は従来例の破断斜視図、第2図、第3図は梁模型斜視図、第4図、第5図はクラック発生状況の説明図、第6図、第7図はかみあわせ効果の説明図、第8図は荷重-たわみ関係図、第9図～第11図は本発明実施例を示しており、第9図は破断斜視図、第10図は製造法説明図、第11図はクラック発生状況説明図である。

(20A)(20B)…鋼板、(20a)(20b)…ずれ止め材、20…ガーダーウェブ、21…コンクリート層、22…スチールファイバーコンクリート層、(23A)(23B)…普通コンクリート層、(24A)(24B)…界面、25…空間、

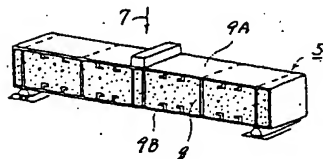
4…仕切板、20…鋼板

代理人 森 本 誠

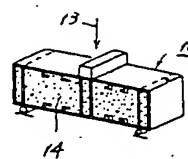
第1図

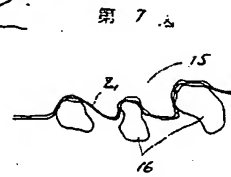
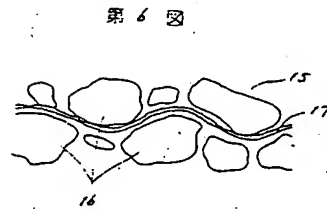
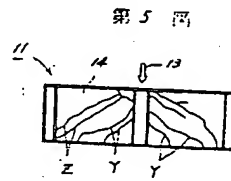
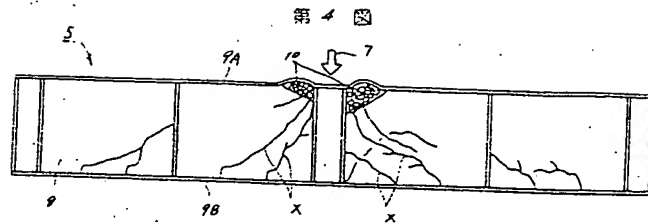


第2図

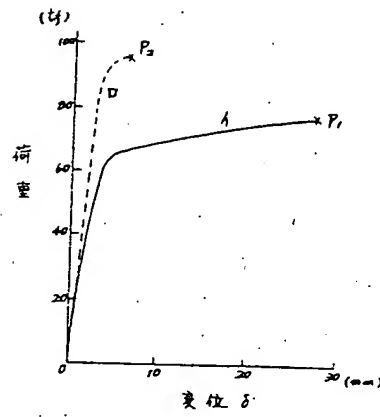


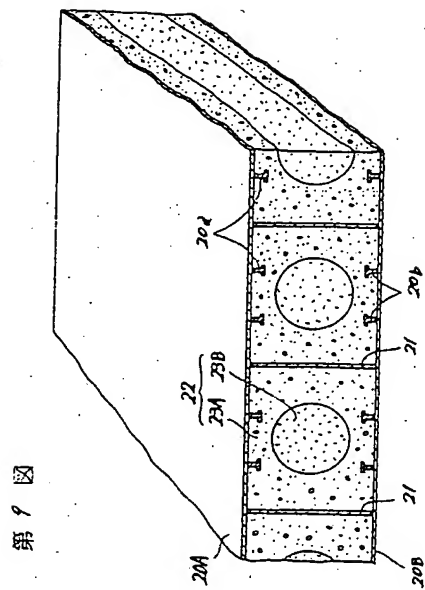
第3図





第8図





第 9 圖

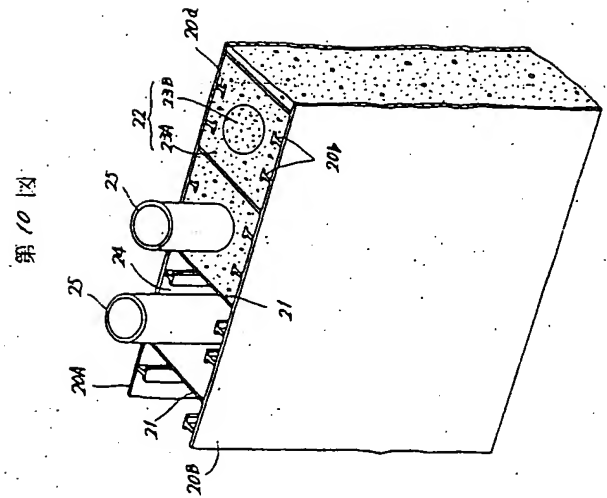
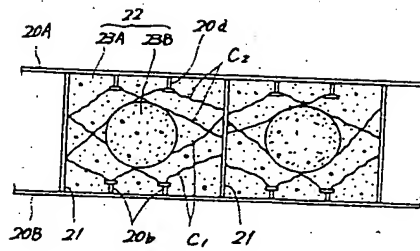


图 10



第 11 圖

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 57026076  
PUBLICATION DATE : 12-02-82

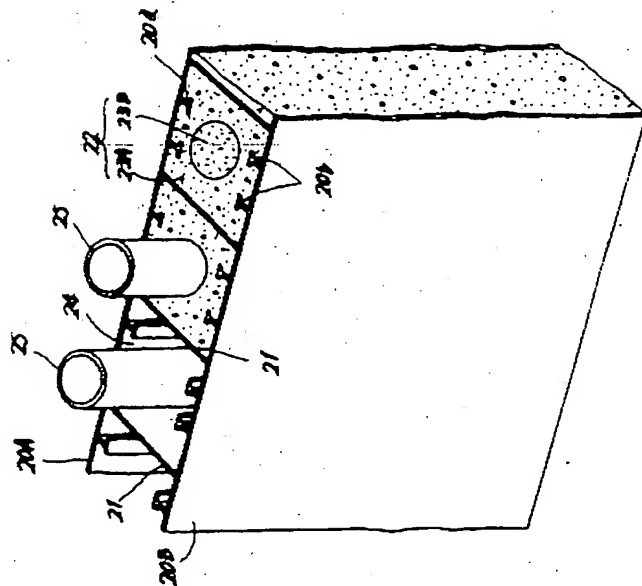
APPLICATION DATE : 18-07-80  
APPLICATION NUMBER : 55099157

APPLICANT : HITACHI ZOSEN CORP.

INVENTOR : MATSUIISHI MASAKATSU;

INT.CL. : B63B 5/14 // E04C 2/28

TITLE : COMBINED CONCRETE PANEL AND  
MANUFACTURING METHOD  
THEREFOR



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a combined concrete panel excellent in load carrying capacity and deformability, by placing columnar steel-fiber concrete layers and ordinary concrete layers around them between a pair of face-to-face steel sheets.

CONSTITUTION: Columnar steel-fiber concrete layers 23B and ordinary concrete layers 23A are placed between a pair of face-to-face steel sheets 20A, 20B provided with anchor members 20a, 20b and with girder webs 21 at a required spacing, so that the ordinary concrete layers 23A are located around the steel-fiber concrete layers 23B. This results in providing a combined concrete panel. To manufacture the panel, partition cylinders 25 are inserted in between the steel sheets 20A, 20B, the steel-fiber concrete x is placed in the partition cylinders 25 and the ordinary concrete is placed around the cylinders. Before the concrete has completely solidified, the partition cylinders 25 are pulled out and vibration is applied to the concrete by a vibrator to adapt both the concrete layers 23A, 23B to each other to provide the combined concrete panel which is protected from oblique tension cracking and sharp rupture and has high deformability.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio



## SPECIFICATION

### 1. Title of the Invention:

CONCRETE COMPOSITE PANEL AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

### 2. Claims

1. A concrete composite panel characterized by comprising a columnar steel fiber concrete layer and an ordinary concrete layer therearound between a pair of opposing steel plates.

2. A manufacturing method for a concrete composite panel, characterized in that a partition cylinder is disposed between a pair of opposing steel plates, wherein steel fiber concrete is poured into the partition cylinder, ordinary concrete is poured between the partition cylinder and the steel plates, and the partition cylinder is then pulled out.

### 3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a concrete composite panel and a manufacturing method therefor, and an object thereof is to propose a concrete composite panel having a large load bearing capacity and high deformability, and to an effective manufacturing method therefor.

As shown in Fig. 1, a concrete composite panel includes a plurality of girder webs (2) between a pair of mutually opposing steel plates (1) and a concrete layer (4)

anchored by anchor members (3) is sandwiched between the pair of steel plates (1). In the known composite panel, the concrete layer (4) is composed of an ordinary concrete, that is, concrete that has a sufficient strength and that is mixed with gravel (or aggregate) having an appropriate fineness modulus. Structural features of the composite panel include:

- (1) Since the panel has a relatively high dead weight, when it is used as a structural material of a large marine structure, it is capable of exhibiting ballast effects for offsetting buoyancy.
- (2) The panel has a high deformability and hence maintains a large amount of absorbed energy until it breaks down.
- (3) Since the steel plates are disposed on the outer surfaces, even when cracking has occurred in the internal concrete layer, it does not diminish waterproofing property.
- (4) Since block-jointing construction primarily uses a welding process, the panel results in exhibiting high reliability.

To investigate the strength properties of the composite panel, the present inventors prepared a girder model having a unitary width and performed load testing.

Fig. 2 shows a case where a girder model (5) receives a combined load of a bending load and a shear load. An arrow (7) indicates a load direction. A crack occurrence

state in this case is shown in Fig. 4. As are apparently shown in Fig. 4, cracks (X) occurred from the anchor member positions of a concrete layer (8), wherein arches are individually formed as cracks each develop in an oblique direction at  $45^\circ$ , and the loads are thus born. When the load further increased, breakdown occurred at a buckling of a compression-side steel plate (9A) following breakdown in partial regions (10) of a concrete layer (8) and breakage of a tension-side steel plate (9B). From the above, it can be known that in a sandwich-type composite structure, high loads are finally born according to arch effects, and the deformability can be increased by large deformation of the tension-side steel plate.

Fig. 3 shows a case where a girder model (11) primarily receives a shear load. An arrow (13) indicates a load direction. A crack occurrence state in this case is shown in Fig. 5. With the load being exerted, cracks (Y) occurred from the vicinities of the positions of the anchor members, and the cracks individually develop in an oblique direction at  $45^\circ$ . Thereby, arches are formed in the girder model (11), and the load is born until a high load is reached. When the load further increases, abrupt cracks (Z) occurred in a concrete layer (14) because of oblique tension attributed to shearing. Resultantly, the concrete layer (14) was crushed, and the girder model (11) collapsed.

However, the deformability before the collapse occurs is sufficiently high, and the amount of absorbed energy is large.

The concrete layers (8) and (14) of the girder models (5) and (11) described using Fig. 2 to Fig. 5 are individually formed of ordinary concrete described above. The breakdown state of the girder model in which mortar (concrete without gravel) or low-strength concrete was used instead of the ordinary concrete was as described hereunder. When a load was exerted, cracks corresponding to the cracks (Y) occurred. Cracks corresponding to the cracks (Z) occurred with a low load being exerted, the girder model abruptly broke down. That is, the girder model broke down with oblique tension without forming an arch. Moreover, substantially no deformability was observed, and the concrete layer did not crush.

The crack occurrence states are considered different from each other for reasons as described hereunder.

(1) As shown in Fig. 6, in a case where concrete (15) appropriately contains aggregate (or, gravel) (16), specifically, in a case where the fineness modulus is high, even when cracks corresponding to the cracks (Y) occurred, engagement effects of inter-aggregate (16) pieces took place in a crack face (17). In this case, a certain amount of shear force propagates even on the crack face (17).

(2) As shown in Fig. 7, while oblique tension can cause a preliminary microcrack ( $Z_1$ ) corresponding to the crack (Z), the aggregate (16) pieces work as crack arresters, hindering growth or development of the crack.

(3) Even with concrete containing the aggregate (16), when the strength thereof is low, also the tensile strength and the adhesion between the aggregate (16) pieces and cement are low, as a matter of course. Accordingly, the effects described in (1) and (2) are reduced.

The final breakdown of the girder model receiving the shear load is caused by the cracks (Z), that is, the oblique tension cracks. As such, it is considered that since the concrete improves in tensile strength with steel fiber being mixed thereinto, thereby enabling the shear strength to increase for resisting oblique tension cracks. In practice, the tensile strength of concrete can be 40-50% improved by the steel fiber.

Fig. 8 shows load vs. displacement relationships in a case where the steel fiber is mixed and a case where the steel fiber is not mixed. In the figure, a solid line (a) indicates the characteristics of ordinary concrete, and a dotted line (b) indicates the characteristics of steel fiber concrete. In addition, ( $P_1$ ) and ( $P_2$ ) individually indicate collapsing points of the cases. It can be known from this figure that when the steel fiber of 1.5% by

volume is mixed into the concrete, the final strength of the concrete is increased by 22%, and the rigidity thereof becomes twice as high. As such, while the steel fiber concrete can be said to be a very superior structural material, the deformability thereof is reduced by approximately 20% compared to the ordinary concrete. As a result of the experiment, in the girder model using the steel fiber concrete, while cracks corresponding to the cracks (Y) occurred, the widths of the cracks were small. However, cracks corresponding to the cracks (Z) abruptly occurred, resulting in collapse of the girder model. In addition, the elongation of the tension-side steel plate is low, therefore substantially not causing displacement. Reasons therefor are considered as described hereunder.

(1) While the steel fiber much works to increase the tensile strength of the concrete, the ratio between the steel material and the concrete is increased, thereby restraining cracks corresponding to the cracks (Y).

Accordingly, the above avoids energy absorption attributed to aggregate engagement in the position of the cracks (Y).

(2) Since the cracks corresponding to the cracks (Y) are restrained, elongate deformation of the tension-side steel is restrained.

(3) Since cracks corresponding to the cracks (Y) do not sufficiently develop, no arch is formed. As such,

significant shear deformations, that is, oblique tensions, occur in the concrete.

It can be known from the above that the matters described hereinbelow should be taken into consideration when building a structure superior in load bearing capacity and deformability.

(1) To render the concrete to resist a high load, an arch should be formed, and the tension strength of the arch should be increased (in order to resist oblique tension cracks).

(2) To increase the deformability, the concrete needs to be rendered to cause cracks corresponding to the cracks (Y).

(3) The aggregate engagement effects of the face of the crack corresponding to the crack (Y) are effective for energy absorption; therefore, the effects should be taken into consideration.

The present invention is made taking the aspects described in (1) to (3) into consideration, and an embodiment thereof will be described hereinbelow with reference to Fig. 9 to Fig. 11.

Fig. 9 shows a concrete composite panel. Symbols (20A) and (20B) denote steel plates containing respective anchor members (20a) and (20b). A plurality of girder webs (21) are provided with predetermined spaced intervals

between the pair of steel plates (20A) and (20B), and the concrete layers (22) are formed in units of a portion surrounded by the pair of steel plates (20A) and (20B) and the pair of mutually adjacent girder webs (21) and (21). The pair of steel plates 20A and 20B are thus disposed such that the obverse and reverse surfaces thereof are mutually opposite via the concrete layer (22) being sandwiched thereby. The concrete layer (22) is formed to include an ordinary concrete layer (23A) and a steel fiber concrete layer (23B). The steel fiber concrete layer (23B) is formed columnar in a central portion of the portion surrounded by the pair of steel plates (20A) and (20B) and the pair of girder webs (21) and (21); and the ordinary concrete layer (23A) is formed of peripheral portions thereof. In the concrete composite panel, the concrete layer (22) is anchored by the anchor members (20a) and (20b). In addition, steel fiber concrete having a tensile strength two times higher than that of the ordinary concrete is disposed in critical portions wherein oblique tension cracks are predicted to occur when positive/negative loads are exerted. As such, oblique tension cracks are hindered to occur, and a high load can be born. Since the steel fiber concrete of 1.5% by volume does not have a compressive strength beyond 1.2 times higher compared to the ordinary concrete, the layer (23B)



need not be extended to the compressive region. For example, with positive/negative loads being exerted, two types of cracks ( $C_1$ ) and ( $C_2$ ) occur in the concrete layer (22), as shown in Fig. 11. However, the two types of cracks ( $C_1$ ) and ( $C_2$ ) do not provide influences when the individual loads are exerted. Specifically, while the crack ( $C_1$ ) is occurring, the crack ( $C_2$ ) is closed to form a compressive region arch. An oblique tension cracks is hindered by the steel fiber concrete (28B) not to occur or is restrained thereby. Consequently, the concrete composite panel described above does not cause abrupt breakdown and has high deformability.

A manufacturing method will now be described hereinbelow. As shown in Fig. 10, the plurality of girder webs (21) are disposed between the pair of steel plates (20A) and (20B) (for example, they are fixed by welding to the steel plates (20A) and (20B)) with predetermined spaced intervals. A form thus built is disposed so that a spacing (24) surrounded by the pair of steel plates (20A) and (20B) and the pair of mutually adjacent girder webs (21) and (21) is formed to be vertically long. Then, a partition cylinder (25) (a steel pipe, for example) is inserted in the spacing (24) to be positioned in a central portion thereof. In this state, steel fiber concrete is poured into the partition cylinder (25). Additionally, ordinary

concrete is poured into peripheral portions of the partition cylinder (25). The pouring sequence may be optionally determined. Before the concrete hardens, the partition cylinder (25) is pulled out, and border faces are mutually engaged by using a vibrator or the like onto outer surfaces of the steel plates (20A) and (20B).

As is apparent from the above description, the present invention enables the concrete composite panel superior in load bearing capacity and deformability to easily be provided.

#### 4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a sectional perspective view of a conventional example; Fig. 2 and Fig. 3 are girder-model perspective views; Fig. 4 and Fig. 5 are explanatory views of crack occurrence states; Fig. 6 and Fig. 7 are explanatory views of engagement effects; Fig. 8 is a view showing a load vs. displacement relationship; and Fig. 9 to Fig. 11 shows an embodiment of the present invention, Fig. 9 being a sectional perspective view, Fig. 10 being an explanatory view of a manufacturing method, and Fig. 11 being an explanatory view of a crack occurrence state.

(20A), (20B): steel plate; (20a), (20b): anchor member; (21): girder web; (22): concrete layer; (23): steel fiber concrete layer; (23A), (23B): ordinary concrete layer; (24A), (24B): border face; (25) partition cylinder;

(26): partition plate; (27): closing plate

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**